

2) большие капитальные и эксплуатационные затраты.

Из проведенного анализа видно, что американский метод тушения кокса, на данный момент считается одним из лучших по качеству производимого кокса и экологическим показателям, но в то же время они являются дорогостоящими как в установке оборудования, так и в его эксплуатации. Поэтому зачастую предпочтение отдается более дешевому методу сухого тушения кокса.

Список использованных источников

1. Духан В. Н. Мастер коксового производства М.: Metallurgy, 1970. – 368 с.
2. Мучник Д. А., Постольник Ю. С. Теория и техника охлаждения кокса. – Киев–Донецк: Вита школа, 1979. – 160 с.
3. Мухин И. Н. Оборудование сухого тушения кокса. Харьков: Книжное издательство, 1962. – 342 с.
4. Браун Н. В., Глущенко И. М. Перспективные направления развития коксохимического производства. – М.: Metallurgy, 1989. – 272 с.

УДК 669.053

Е. А. Шевченко

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СНИЖЕНИЯ ОТБРАКОВКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЛЯБОВОЙ ЗАГОТОВКИ

Аннотация

Металлургическая промышленность по степени ущерба, наносимого окружающей среде в России, занимает второе место среди отраслей промышленности после топливно-энергетического комплекса, отличаясь высокой ресурсоемкостью и, как следствие, большими отходами. Работа в условиях листопрокатного цеха производится в тяжелых условиях при повышенных температурах и при большом количестве источников выделения вредных веществ. Проведение дополнительных операций по предварительной зачистке запороченной поверхности листового проката от дефектов непрерывно-литой заготовки лишь усугубляет сложившуюся ситуацию. Потому были проанализированы показатели непрерывной разливки слябовой заготовки и листовой прокатки в условиях ОАО «Уральская Сталь». Выявлены основные причины, влияющие на качество непрерывно-литой слябовой заготовки и отбраковку листового проката.

Ключевые слова: непрерывная разливка, слябовая заготовка, сляб, листовой прокат, дефекты.

Abstract

Metallurgical industry in the degree of damage to the environment in Russia is the second largest industry after the fuel and energy complex, differing high resource and as a result, large waste. Working in a rolling shop produced in heavy conditions at elevated temperatures with a large number of sources of emissions of harmful substances. Conduct additional operations preliminary sweep zaporochennoy surface of sheet metal continuous casting defects only exacerbates the situation. Because indicators were analyzed slab continuous casting billet and sheet rolling at JSC "Ural Steel". The basic factors influencing the quality of continuously cast slab blanks and rejection of sheet metal.

Keywords: continuous casting, slab billet, slab, sheet metal, defects.

Металлургическое производство оказывает немалое влияние на окружающую среду из-за выброса в атмосферу продуктов сжигания различных видов топлива при работе металлургического оборудования.

На ОАО «Уральская Сталь» постоянно разрабатываются и реализуются программы по снижению вредного воздействия комбината на окружающую среду. Несмотря на это, работа в условиях листопрокатного цеха производится в тяжелых условиях при повышенных температурах и при большом количестве источников выделения вредных веществ. В результате производства образуются такие загрязняющие вещества, как маслоотходы, отработанные кислоты и пары кислот при травлении, окалина и другие.

В последние годы во всем мире особое внимание уделяется совершенствованию процесса непрерывной разливки стали. Качество непрерывно-литой заготовки во многом определяет отбраковку листового проката, за счет того, что дефекты непрерывно-литой заготовки при прокатке трансформируются в листопрокатные дефекты [1; 2]. Так, в проведенных ранее исследованиях [3–5] установлено, что дефекты непрерывной слябовой заготовки (такие как осевая рыхлость, осевая химическая неоднородность, трещины, перпендикулярные широким и узким граням заготовки и др.) трансформируются в дефекты листового проката (такие как несоответствие УЗК, рванина, сетчатая трещина и другие), которые далее в большинстве случаев переходят в окалину. Это в свою очередь приводит к необходимости проведения дополнительных операций по предварительной зачистке перед прокаткой (огневая зачистка дефектной поверхности, гидросбив окалины, травление, вырубка искажений профиля заготовки, и т. д.). Так, для удаления поверхностных дефектов с прокатных заготовок обычно применяют либо огневую зачистку на специальных машинах огневой зачистки, либо травление кислотами. Удельный объем газов, отсасываемых от огневой зачистки слябинга, в среднем составляет $35 \text{ м}^3/\text{м}^2$ поверхности сляба. Удельные величины вредных веществ, выбрасываемых с продуктами сгорания от машинах огневой зачистки, составляют: 46 г пыли; 0,76 г СО; 0,61 г NO; 0,35 г SO₂; (отнесенные к 1 м^2 зачищаемой поверхности заготовки при глубине зачистки 1 мм). При травлении, кроме окислов, растворяются и металлы. При этом образуется водород, который, удаляясь из ванны в виде пузырьков, увлекает с собой некоторое количество травильного раствора, что определяет состав вредных выбросов.

В электросталеплавильном цехе ОАО «Уральская Сталь» с 2004 года эксплуатируется одноручьевая слябовая машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) германской фирмы «SMS Demag». Установка предназначена для разливки стали на слябы сечением 190×1200 и 270×1200 мм с максимальной скоростью вытягивания 1,6 и 1,2 м/мин соответственно. Отли-

ваемые на МНЛЗ слябы направляются в листопрокатный цех, где происходит их дальнейшая прокатка в готовые листы толщиной (8–50) мм, шириной (1500–2500) мм, длиной (4500–12000) мм.

Несмотря на продолжительный срок эксплуатации МНЛЗ №2 и большую работу, проведенную по ее модернизации, отбраковка листового проката по дефектам сталеплавильного происхождения недопустимо высока и в среднем составляет 3,61 %, а по некоторым маркам стали превышает 10 % [4].

Для установления причин образования брака листового проката проведен анализ технологических параметров разливки слябовой заготовки 270×1200 мм. Усредненные производственные данные за 2011 год представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, перегрев металла в промковше при разливке слябовой заготовки колеблется в широких пределах (от 5 до 36 °С), причем максимальные значения перегрева 34–36 °С существенно превышают допустимый уровень в 25 °С. Данные химического состава разливаемых марок стали свидетельствует о высоком содержании вредных примесей S и P (до 0,010–0,012 % по сере и до 0,015–0,020 % по фосфору) и растворенных газов – водорода и азота (до 9,3 ppm по водороду и до 0,012 % по азоту), что также влияет на качество заготовки.

Анализ температурно-скоростного режима разливки показал, что технологической инструкцией ТИ-13657842-СТ.ЭС-02-2011 регламентируется снижение скорости разливки заготовки 270×1200 мм от 1,05 до 0,7 м/мин пропорционально повышению перегрева металла в промковше в диапазоне от 5 до 40 °С. Однако, как следует из анализа производственных данных (рис. 1), технологический персонал практически не учитывает перегрев металла в промковше, а, в первую очередь, ориентируется на показания температурных датчиков системы раннего распознавания прорывов (СРПП).

Кроме того, результаты измерения температурного поля поверхности заготовки на выходе из ЗВО свидетельствуют о переохлаждении центральной и, особенно, угловых участков заготовки до температур 800–860 °С, что может привести к потере пластичности металла и образованию трещин при выпрямлении заготовки [6]. Это подтверждается рядом работ [1; 2; 7], в которых доказывается, что для многих марок сталей наиболее целесообразной является температура поверхности в конце зоны вторичного охлаждения на уровне более 900 °С.

Таблица 1

Технологические параметры разливки стали на МНЛЗ №2

Параметры	Марка стали		
	09Г2С	10ХСНДА	К52-1
Химический состав стали			
Сера, %	0,002–0,012	0,002–0,010	0,002–0,008
Фосфор, %	0,009–0,015	0,005–0,018	0,008–0,020
Медь, %	0,08–0,18	0,40–0,46	0,07–0,17
Водород, ppm	4,8–9,1	4,6–9,2	5,2–8,3
Азот, %	0,006–0,012		
Параметры разливки			
Габариты заготовки, мм	270×1200		
Скорость разливки, м/мин:			
минимальная	0,60		
средняя	0,90		
максимальная	0,95		
Температура ликвидус, °С	1513	1510	1516
Температура металла в стальковше, °С	1561	1560	1564
Температура металла в промковше, °С:			
минимальная	1521	1519	1521
средняя	1533	1533	1535
максимальная	1547	1546	1550
Перегрев металла в промковше, * °С:			
минимальный	8	9	5
средний	20	23	20
максимальный	34	36	34
Количество плавов, шт.	344	438	521
* допустимый перегрев по ТИ-13657842-СТ.ЭС-02-2011 от 10 до 25 °С			

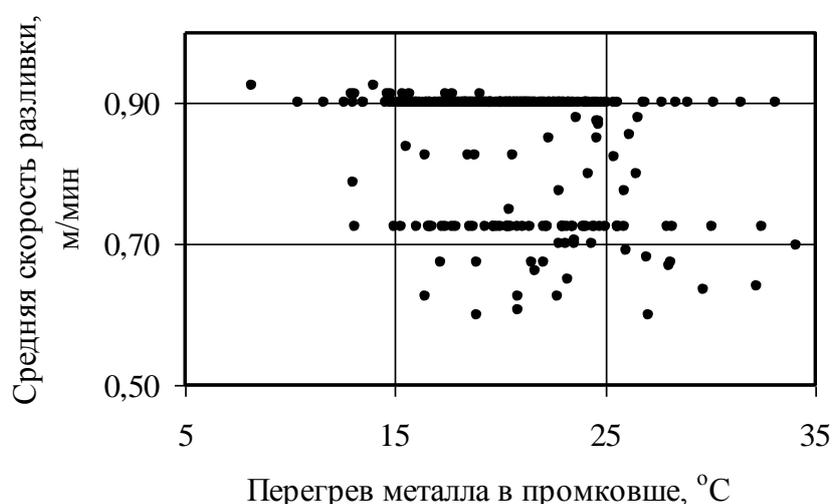


Рис. 1. Взаимосвязь скорости разливки и перегрева металла в промковше для заготовки 270×1200 мм из стали 09Г2С

Таким образом, анализ показателей разливки стали на МНЛЗ №2 ОАО «Уральская Сталь» позволил выявить основные проблемы формирования качественной заготовки, влияющие на отбраковку листового проката, и сформулировать способы их решения:

- поддержание перегрева металла в проковше на уровне 10–20 °С;
- корректировка скорости разливки в зависимости от перегрева в соответствии с технологической инструкцией (с учетом показаний СРРП);
- установка поддерживающих элементов по узким граням заготовки под кристаллизатором;
- оптимизация настройки вторичного охлаждения с целью снижения неравномерности температуры по периметру заготовки, а также недопущения переохлаждения поверхности ниже 900 °С.
- обеспечение содержания серы и фосфора в разливаемом металле на уровне не более 0,010 %, а водорода – не более 6 ppm.

Список использованных источников

1. Смирнов А. Н., Куберский С. В., Штепан Е. В. Непрерывная разливка стали: учебник. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с.
2. Паршин В. М., Буланов Л. В. Непрерывная разливка стали. – Липецк: ОАО «НЛМК», – 2011. – 221 с.
3. Шевченко Е. А., Шаповалов А. Н., Тутарова В. Д., Сафонов Д. С. Влияние дефектов макроструктуры непрерывно-литой слябовой заготовки на качество листового проката в условиях ОАО «Уральская Сталь» // Литейные процессы: межрегион. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2011. Вып.10. С. 73–79.
4. Изучение качества слябовой заготовки, отлитой на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком / Е. А. Шевченко, А. М. Столяров, А. Н. Шаповалов. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2013. – №1 (41). – С. 27–30.
5. Шевченко Е. А., Шаповалов А. Н. Проблемы получения качественной слябовой заготовки на МНЛЗ № 2 ОАО «Уральская сталь» // Вестник ЮУрГУ. Серия: Metallurgy. – 2013. – Т.13. –С. 68–73.
6. Шевченко Е. А., Шаповалов А. Н. Совершенствование системы вторичного охлаждения слябовой МНЛЗ №2 ОАО «Уральская сталь» // Наука и производство Урала: межрегион. сб. научн. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – Вып.8. – С. 61–62.
7. Дюдкин Д. А., Кисиленко В. В., Смирнов А. Н. Производство стали. Т. 4: Непрерывная разливка металла. – М.: Теплотехник, 2009. – 528 с.